

(60 Н) увеличивается в 2–3 раза по сравнению с чистым СВМПЭ. При нагрузке 140 Н износостойкость как СВМПЭ, так и композитов на его основе уменьшается практически в 2 раза. Упругое восстановление [3] композитов, как характеристика в определенной степени пропорциональная износостойкости при сухом трении скольжения, значительно меньше, чем у чистого СВМПЭ (снижается с 62 % до 28 % при скорости 0,3 м/с и нагрузке 60 Н).

В данной работе были определены условия эксплуатации (скорость, нагрузка) для матери-

алов из экструдированных полимер-полимерных композиций на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена для приложений в машиностроении и медицине.

Благодарности. Работа выполнена в рамках Программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» Министерства образования и науки РФ; Соглашение № 14.604.21.0154, идентификатор проекта RFMEFI60417X0154.

Список литературы

1. Kurtz S.M. *The UHMWPE handbook: ultra-high molecular weight polyethylene in total joint replacement.* – L.: Academic press, 2004. – 379p.
2. Panin S.V., Kornienko L.A., Alexenko V.O., Buslovich D.G., and Dontsov Yu.V. // *AIP Conf. Proc.*, 2017. – 1915. – P.020005-1–020005-5.
3. Белошенко В.А., Варюхин В.Н., Возняк Ю.В. // *Успехи химии*, 2005. – Т.74. – №3. – С.285–303.

СИНТЕЗ И ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ 5-НОРБОРНЕН-2,3-ДИКАРБОКСИМИДА-N-ИЗОБУТИЛАЦЕТАТА

Л.Е. Великоречина, Р.Р. Даянова

Научные руководители – к.х.н., доцент Л.С. Сорока,
к.х.н., доцент А.А. Ляпков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, velikore4ina@yandex.ru

Дициклопентадиены являются универсальными мономерами и в последние несколько десятилетий получили значительное внимание в области полимеризации метатезиса кольца (ROMP). Их низкая стоимость, высокая реакционная способность и склонность к образованию жестких, сильно сшитых материалов сделали их хорошим выбором для реакции литьевого формования [1].

Трициклические олефины могут быть полимеризованы различными катализаторами метатезиса до высокой молекулярной массы. В зависимости от выбранной каталитической системы образуются полимеры с разным строением основной цепи. Метатезисная полимеризация норборненов протекает с раскрытием цикла, открывая натянутое норборненное кольцо и удерживая менее напряженное циклопентеновое кольцо, с образованием, как правило, полимеров линейного строения [2, 3]. В большинстве конструкций норборнен-мономеров вводится связь между полимеризуемой группой и функциональным фрагментом. Одним из самых распространен-

ных заместителей норборненов являются простые и сложноэфирные группы.

В подавляющем большинстве случаев эти связи представляют собой сложные эфиры карбоновых кислот. Исследование функционально разнообразных мономеров имеет первостепенное значение, чтобы иметь возможность прогнозировать и адаптировать важные свойства и характеристики полимера [4].

В последнее время наиболее часто используемыми на основе норборнена являются N-замещенные норборнен карбоксиимиды. Целью данной работы является синтез и полимеризация 5-норборнен-2,3-дикарбоксиимид-N-изо-бутилацетата. Порядок синтеза представлен на схеме. На первом этапе получали эндикий ангидрид (1) взаимодействием малеинового ангидрида и дициклопентадиена.

Реакцию проводили при температуре 190 °C в течение 2 часов. После этого реакционную массу охлаждали и оставляли на 12 ч. при комнатной температуре. Белый кристаллический продукт отфильтровывали и перекристаллизо-

вывали из хлорбензола. После этого продукт высушивали при 50 °С.

На второй стадии получали изобутиловый эфир аминокусусной кислоты (2). К спиртовому раствору тионил хлорида добавляли глицин. Смесь перемешивали в течение 48 часов при комнатной температуре. Удаляли растворитель под вакуумом. После этого остаток охлаждали и суспендировали с диэтиловым эфиром. Белый кристаллический продукт отфильтровывали и сушили.

Мономер (3) получали реакцией присоединения эндикового ангидрида и гидрохлорида изо-бутилового эфира аминокусусной кислоты. Структура мономера была подтверждена ИК-спектроскопией, ЯМР ^1H и ^{13}C , а так же масс-спектроскопией.

Полимеризацию 5-норборнен-2,3-дикарбосимида-N-изобутил-ацетата проводился в атмосфере азота на масляной бане в присутствии катализатора Ховейды-Граббса II (соотношение

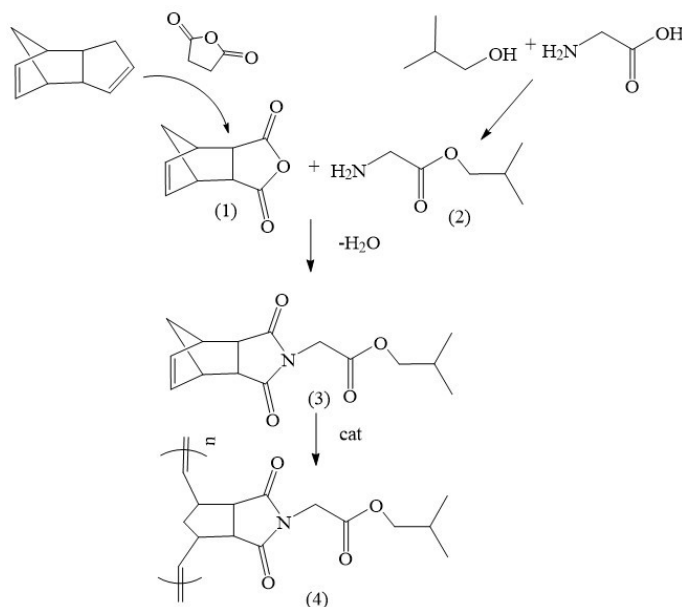


Схема 1.

10000/1). Для более полного превращения использовали ступенчатый нагрев. По результатам ТГА можно утверждать, что полученный полимер устойчив до температуры 360 °С.

Список литературы

1. J. Rule, and J. Moore // *Macromolecules*, 2002.— 35(21).— P.7878–7882.
2. Финкельштейн Е.Ш. и др. // *Успехи химии*, 2011.— 80.— С.362–383.
3. S. Hayano, Y. Takeyama, Y. Tsunogae, I. Ig-arashi // *Macromolecules*, 2006.— 39(14).— P.4663–4670.
4. J. Carlise, R. Kriegel, W. Rees, M. Weck // *J. Org. Chem.*, 2005.— 70(14).— P.5550–5560.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИТОВ ПДЦПД СКЭПТ-30

Д.Ю. Герман, С.В. Абрамов

Научный руководитель — д.т.н., профессор В.Г. Бондалетов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, germandmn@sibmail.com

В настоящее время всё больше внимания уделяют полимерным композиционным материалам. Среди полимеров особое место занимает полидициклопентадиен (ПДЦПД) и композиции на его основе, благодаря его высоким прочностным характеристикам и химической инертности [1]. Введение в ПДЦПД различных эластомеров позволяет получать материал с набором оптимальных физико-механических характеристик. В данной работе в качестве модификатора использовался этиленпропиленовый каучук (СКЭПТ).

Этиленпропиленовый каучук не содержит двойных связей в молекуле, бесцветный, имеет отличную стойкость к воздействию тепла, света, кислорода и озона [2].

Выбор этого эластомера обоснован тем, что его структура содержит дициклопентадиеновые звенья, которые имеют ненасыщенные двойные связи и, возможно, вступают в реакцию сополимеризации с дициклопентадиеном (рис. 1).

В работе исследовались физико-механические свойства композиционных материалов на основе ПДЦПД, содержащих от 1 до 5 % синте-